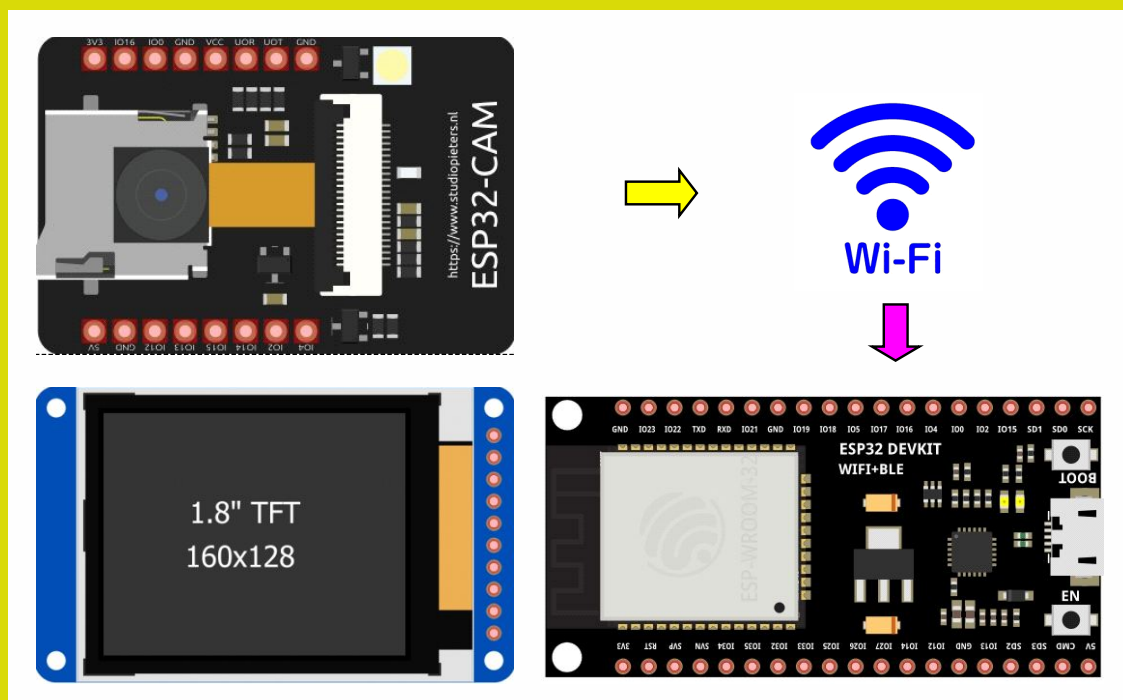


MIHAI TODICA

PROIECTE ARDUINO CU ESP32 ȘI ESP32 CAM



MIHAI TODICA

PROIECTE ARDUINO CU ESP32 ȘI ESP32 CAM

MIHAI TODICA

**PROIECTE ARDUINO
CU ESP32 ȘI ESP32 CAM**

PRESA UNIVERSITARĂ CLUJEANĂ

2022

Referenți științifici:

Prof. dr. abil. Radu Fechete

Lector dr. Claudiu Lung

ISBN 978-606-37-1625-6

**© 2022 Autorul volumului. Toate drepturile rezervate.
Reproducerea integrală sau parțială a textului, prin orice mijloace, fără acordul autorului, este interzisă și se pedepsește conform legii.**

**Universitatea Babeș-Bolyai
Presa Universitară Clujeană
Director: Codruța Săcelean
Str. Hasdeu nr.51
400371 Cluj-Napoca, România
Tel./fax: (+40)-264-597.401
E-mail: editura@ubbcluj.ro
<http://www.editura.ubbcluj.ro/>**

Cuprins

Introducere	6
1. ESP32 în modul Wi-Fi	9
1. 1. Caracteristici și setări	9
1. 2. ESP32 în modul server	11
1. 3. Server date și text cu librărie dedicată	20
1. 4. Generarea unei pagini HTML	37
2. Conexiuni P2P între module ESP32	47
2. 1. Conexiune date P2P unidirecțională	47
2. 2. Folosirea librăriei TFT eSPI	50
2. 3. Conexiuni P2P cu protocolul ESP-NOW	53
3. Conexiuni prin internet cu aplicații dedicate	61
3. 1. Activarea aplicației Blynk	61
3. 2. Conexiuni unilaterale Blynk-ESP32	62
3. 3. Conexiuni unilaterale ESP32-Blynk	64
3. 4. Conexiuni bilaterale și feedback cu Blynk	68
4. Conexiuni prin Bluetooth	72
4. 1. Conectarea la un computer	72
4. 2. Conectarea la un dispozitiv Android	76
4. 3. Comenzi vocale cu aplicații dedicate	79
5. ESP 32 CAM	82
5. 1. Setarea platformei Arduino	82
5. 2. Conectarea unei antene exterioare	85
5. 3. Testarea modulului. Transmisii video simple	86
5. 4. Comandă servomotoare și imagini live	89
5. 5. Video robot car cu servo 360 grade	91
5. 6. Conexiuni video cu module independente	96
5. 7. Captarea și stocarea imaginilor pe un card SD	99
5. 8. Afișarea locală a imaginilor	108
5. 9. Citirea codurilor QR	106

Introducere

Ideea timidă din anii '80 de a permite utilizatorului obișnuit folosirea computerului personal pentru controlul fizic real al anumitor operațiuni concrete a dus la apariția unei emulații deosebite în rândul unui număr însemnat de profesioniști din domeniul informaticii, electronicii, roboticii dar și din rândul amatorilor obișnuiți, cu rezultat concret crearea platformei *Arduino*. Aceasta reprezintă un spațiu *hardware* și *software* ce permite conectarea la computer a unor elemente de culegere a datelor din exterior, *senzori*, dar și a unor elemente de execuție, *actuatori*, ce pot fi programate în vederea efectuării anumitor acțiuni concrete. Mai mult, pentru a dobândi o independență totală față de computer, sistemul include și o placă hardware, ce poate fi programată și poate prelua o parte din funcțiile de bază ale PC-ului. Senzorii și actuatorii pot fi conectați direct la aceasta, ceea ce duce la posibilitatea realizării unor sisteme inteligente total independente. Primele plăci cu aceste funcții, *Arduino Uno*, includeau doar facilitățile de programare și de interfațare cu elemente exterioare și aveau performanțe relativ modeste. Variantele ulterioare *Arduino Mega*, *Nano*, etc. erau adaptate unor situații particulare de conexiuni, dimensiuni și exploatare, dar nu ofereau facilități esențiale suplimentare, în special posibilitatea de conectare între ele sau cu alte sisteme externe. Această cerință și mai ales necesitatea conectării la internet, a dus la dezvoltarea unor module care să includă funcțiile de conectare *wireless*, sau capacitatea de a genera un *server* propriu. Așa au apărut modulele *ESP 8266*. Dar necesitatea de a comunica și cu alte sisteme inteligente, în special cu dispozitivele *Android*, a impus adăugarea și a altor facilități cum ar fi conexiunea *bluetooth*. A fost creat în acest sens modulul *ESP32*, capabil să comunice atât prin protocolul specific internetului, cât și prin conexiuni *bluetooth*. În plus a fost inclus un senzor *Hall*, iar capacitatea de prelucrare a procesorului și memoria aferentă au fost mărite. În scurt timp modulul a fost dezvoltat prin integrarea unei camere video. A apărut astfel modulul *ESP32 CAM* care, pe lângă facilitățile predecesorului său, are și capacitatea de a capta, salva pe un *card SD* și transmite imagini în timp real, fie prin conectarea la un server extern, fie prin intermediul unui server propriu generat. Imediat paleta de aplicații s-a extins foarte mult, trecând de la proiecte destinate cu precădere amatorilor, la aplicații de interes economic, lista acestora rămânând deschisă, tocmai datorită posibilităților multiple oferite de aceste module. În acest sens se înscrie și lucrarea de față, care își propune să prezinte câteva aplicații interesante și mai puțin convenționale, preluate și adaptate din exemple concrete specificate în bibliografie, dar și concepții proprii ale autorului.

Prima parte este consacrată modulului ESP 32 și în special posibilităților sale de conectare wireless. Este prezentată posibilitatea generării unui server propriu fie în modul *Acces Point* fie în modul *Station Mode* folosind protocoalele *HTML* și *WebSocket*. Accesarea paginii *html* generate se face cu ajutorul unui PC sau dispozitiv Android în mod wireless. Explicațiile teoretice sunt însoțite de câteva exemple practice ilustrative cum ar fi comanda unor leduri sau servomotoare, transmiterea de mesaje text sau date culese de senzori, prin intermediul unei pagini web generate de modul. Monitorizarea unui sistem *RFID* (*Radio Frequency IDentification*), gestionarea unei tastaturi simple sau alfanumerice de tip *PS2* sunt alte exemple cu posibile aplicații practice prezentate în lucrare.

Generarea unei pagini web proprii accesibilă prin simpla introducere a adresei *IP* într-un browser web precum și câteva exemple practice sunt prezentate într-un paragraf separat. Toate elementele grafice ale paginii web și elementele de comandă sunt generate de modulul ESP 32, dispozitivul conectat, PC sau Android, îndeplinind doar rolul de *Client*, fără a necesita instalarea unor programe software sau aplicații speciale.

Posibilitatea comunicării Wi-Fi între două module de același tip, fără intermediari, folosind protocoalele de comunicație standard și *ESP-NOW* este prezentată în capitolul conexiuni *P2P* (*Peer to Peer*). Teoria este însoțită de aplicații concrete de transmitere a datelor de la diferiți senzori, a mesajelor text, sau comanda unor actuatori cum ar fi motoare electrice sau servomotoare. Informația este afișată local pe displayuri de tip *TFT* și *OLED*.

Pentru transmiterea la distanță a datelor prin internet se face apel la aplicația *Blynk* și dispozitive Android. Descrierea procedurilor și exemple ilustrative sunt prezentate în capitolul 3. Exemplele includ atât conexiuni unilaterale cât și conexiuni bilaterale cu *feedback*.

La ora actuală o largă gamă de dispozitive inteligente, mergând de la PC-uri, telefoane, tablete și până la senzori și a actuatori, au capacitatea de a comunica simplu, la mică distanță, folosind facilitatea bluetooth. Modulul ESP 32 are inclusă această funcție permițând o conexiune rapidă și economică cu astfel de dispozitive. Protocolul de comunicare și exemple aplicative sunt prezentate în capitolul *Conexiuni prin Bluetooth*. Conectarea la un computer și transmiterea unor comenzi se face fără a avea nevoie de programe speciale, efectuând doar câteva setări simple ale acestuia, în schimb conexiunea cu dispozitivele Android necesită de obicei folosirea unor aplicații dedicate, accesibile pe *Magazin Play*.

O parte mai puțin convențională o reprezintă transmiterea comenzilor vocale, subiect abordat într-un paragraf separat, (*Comenzi vocale cu aplicații dedicate*). Exemplele prezentate realizează transformarea vorbirii în text și comanda unor actuatori cum ar fi un led *RGB*.

Ultima parte a lucrării este destinată transmisiei imaginilor cu modulul ESP32 CAM. Utilizarea acestuia implică câteva setări simple ale platformei Arduino, dar pe urmă vizionarea imaginilor se realizează ușor cu dispozitive Android uzuale. Pentru inițiere sunt prezentate exemple simple de transmitere în timp real a imaginilor, urmate de proiecte mai avansate în care modulul generează un server propriu și o pagină html cu toate elementele de afișare a imaginilor și de transmitere a unor comenzi. Serverul generat poate să fie de tipul Acces Point (AP), sau Station Mode (STA). Conectarea la un dispozitiv Android și afișarea acestor elemente se face prin simpla introducere adresei IP într-un browser web obișnuit. Pentru exemplificare sunt prezentate câteva proiecte de comandă a unor servomotoare și motoare DC precum și un *mini video robot car*.

Modulul permite și realizarea unor sisteme economice de afișare a imaginilor cu un display de tip TFT, fie local, ca și în cazul unui aparat foto obișnuit, fie la distanță în mod wireless, cu un modul ESP32 în calitate de receptor. De asemenea imaginile captate pot fi stocate pe un card SD. Aceste facilități sunt prezentate în cadrul unor exemple particulare.

O aplicație utilă este cititorul de coduri QR. Este o facilitate simplă de a avea acces la anumite informații prin simpla scanare cu camera a unui astfel de cod.

Toate sistemele prezentate au fost realizate fizic și testate și reprezintă concepția proprie a autorului sau preluări și adaptări ale unor exemple disponibile pe internet. De fiecare dată este precizată sursa de informație. Codurile includ și explicații relevante și pot fi folosite și dezvoltate liber de către cititor. Pentru ilustrații s-au folosit elemente grafice disponibile pe internet sau realizate de autor, în general cu programul *Fritzing*.

Lucrarea se prezintă sub forma unei părți text ce include explicații, comentarii ale codurilor, desene, schemele electrice și modul practic de realizare a proiectelor, precum și un CD ce conține codurile și librăriile folosite, gata pentru încărcare în platforma Arduino.

Lucrarea are în principal un caracter didactic, dar codurile și exemplele prezentate pot fi modificate și adaptate cu ușurință unor aplicații practice concrete. Se adresează în principal studenților facultăților de științe dar și cititorilor pasionați de informatică aplicată, necesitând doar minime cunoștințe de programare în limbajul c++.



ISBN: 978-606-37-1625-6